

RAPPORT DE MISSION EN GUYANE

DU 3 AU 11 FEVRIER 1999

Michelle Pain-Orcet et Danny Lo Seen

CIRAD-Forêt. Programme forêts naturelles
Campus International de Baillarguet
BP 5035 - 34 032 Montpellier Cedex 1.

Avant-propos

Nous tenons à remercier Jean-Marc Bouvet pour l'organisation "irréprochable" de cette mission qui s'est superposée d'une part à la mission d'Hélène Dessard (statisticienne du Programme forêts naturelles), et d'autre part à celle de l'équipe de direction du CIRAD-forêt (J. Valeix, JG Bertault, C. Sales, H. F. Maître).

Pascal Pétronelli nous a guidé et encadré, avec un grand professionnalisme, pour la visite de Paracou, et nous lui sommes particulièrement reconnaissants.

Par ailleurs, nous avons toujours reçu un très bon accueil auprès des organismes que nous souhaitons visiter et les discussions avec les chercheurs nous ont éclairés sur leurs activités. Nous souhaitons vivement que les contacts pris durant cette mission puissent favoriser l'émergence de projets communs.

Remarque :

La remise "un peu tardive" du présent rapport s'explique à la fois par le départ en mission de Danny Lo Seen (3 semaines en Indonésie) et par les projets "à boucler absolument" sur lesquels Michelle Pain-Orcet s'est consacrée entièrement à son retour !!!

1-Objectifs de la mission

Cette mission était composée de Michelle Pain-Orcet (CIRAD-Forêt, Programme forêts naturelles) et Danny Lo Seen (CIRAD-Amis, Programme Géotrop).

Elle s'inscrit dans le cadre de la programmation scientifique du CIRAD-Forêt et concerne plus particulièrement le thème 2 du programme forêts naturelles intitulé : "caractérisation des formations végétales

et évaluation des ressources forestières". Une des priorités de ce thème porte sur le développement d'outils méthodologiques et la Guyane constitue un terrain privilégié pour mener cette recherche.

Les objectifs principaux de cette mission étaient :

- de faire le point des travaux récents et actuels ainsi que des projets en cours concernant l'étude des milieux forestiers à partir des données aériennes, satellitaires et de terrain.
- de préparer l'élaboration de projets à mener en liaison avec les activités en cours et en concertation avec Silvola concernant plus particulièrement les changements d'échelle basés sur l'utilisation de données de télédétection à différentes résolutions spatiales et le développement de méthodes d'inventaires simplifiés.

2- Déroulement de la mission

- 3/02/99 : trajet Montpellier / Paris / Cayenne
accueil Jean-Marc Bouvet
- 4/02/99 : ONF
matin / restitution des travaux de P. Chareyre et de L. Tellier sur différentes méthodes de stratification avant inventaire.
après-midi / discussions à propos de l'inventaire de Counami.
- 5/02/99 : *matin* / **Mission pour la Création du Parc de Guyane**
entretien avec P. Gaucher.
IRD-réunion avec F. Timouk et C. Charron et visite du Laboratoire de télédétection.
après-midi / CIRAD
- entretien avec M. Trebel.
- discussions avec P. Dubus et V. Freycon.
- visite du Laboratoire de génétique et d'écologie moléculaire et discussions avec L. Maggia et C. Bidal
- 8/02/99 : *matin* / **Paracou**, avec P. Pétronelli et V. Freycon, parcelles 9, 10, 11, 12.
après-midi / **Engref**, réunion avec D. Girou.
- 9/02/99 : **Counami** avec Oenoefe Nguete, H. Dessard et V. Freycon. Parcours du layon 7, parcelles, 398, 372, 348 et 325.
- 10/02/99 : *matin* / **Engref** - bibliothèque
après-midi / **Silvolab** - exposés, M. Pain-Orcet (thème de recherche : caractérisation des formations végétales et évaluation des ressources forestières) et D. Lo Seen (utilisation des données radar pour caractériser le milieu forestier) dans le cadre de l'animation scientifique Silvolab.
- réunion pour la préparation des projets du XII^{ème} CPER avec JG Bertault, JM Bouvet, L. Maggia, V. Freycon et H. Dessard.
soir / *repas du Programme forêts naturelles*
- 11/02/99 : *matin* / **Silvolab** - exposés de V. Freycon sur ses premiers travaux réalisés en Guyane
- reprise des discussions sur les projets Docup 96.
après-midi / **Silvolab**
- exposés des travaux de T. Perot et d'H. Dessard sur la régénération de l'Angélique et discussions (voir rapport de mission d'H. Dessard).

Départ Guyane

3- Présentations des travaux de l'ONF

La réunion qui s'est tenue à l'ONF à Cayenne a réuni une trentaine de personnes (ONF, CIRAD-Forêt, IRD). Une introduction de P. Mengin-Lecreux a resitué les travaux présentés dans une réflexion actuelle qui vise à transformer l'exploitation de "type minier" par une exploitation conduite dans le cadre d'un plan d'aménagement et de gestion, avec un souci de réduire son impact sur le milieu forestier.

Il y a donc nécessité de progresser dans la description de la forêt et de tirer parti, à coût raisonnable, des outils disponibles, comme la télédétection.

Cette matinée était principalement consacrée à la présentation des travaux de P. Chareyre réalisés dans le cadre de son contrat avec l'ONF. D'autres études, réalisées en parallèle sur cette problématique de recherche de méthodes d'inventaires simplifiées, ont également été exposées:

- forêts de Régina- St Georges, par O. Bruneau,
- forêt de Counami, par L. Tellier, V. Freycon et JM. Bouvet.

■ Les résultats présentés par P. Chareyre, dans le cadre d'une étude pilotée par la STIR (Section Technique Inter Régionale), se sont appuyés sur :

- les travaux de C. Roullier (rapport de stage Silvolab, "Segmentation de l'espace forestier, description géomorphologique d'une région naturelle de Guyane", Kourou 1997),
- les travaux de D. Paget dans le cadre de sa thèse sur la faisabilité d'une typologie forestière en Guyane).

Pour les forêts de Génipa et Tamanoir (20 000 et 9 000 ha), P. Chareyre a utilisé la segmentation élaborée par C. Roullier et analysé, par un inventaire rapide, les données dendrométriques et floristiques à l'intérieur de quelques unités. Les résultats ne montrent pas de relation directe avec la segmentation. L'échelle, peu précise, de la carte produite (1/200 000) ainsi que l'importance donnée pour la segmentation au critère "géologie" sont probablement responsables des résultats si peu "parlants".

Cette étude a été reprise à partir d'une interprétation visuelle des images satellitales (Landsat TM et radar) à une échelle plus fine, en privilégiant cette fois l'analyse des modelés et des types de relief.

En reprenant les résultats de l'inventaire rapide, des différences significatives apparaissent entre les unités notamment pour les bois les plus exploités et les gros bois.

Sur Counami, P. Chareyre a testé la stratification actuelle du massif (documents satellites) par l'analyse des données disponibles sur les placettes d'inventaire. Les résultats obtenus sont également guère concluants.

Sur la forêt de Régina-St Georges (130 000 ha) une stratification géomorphologique a été réalisée à partir de la carte topographique au 1/50 000 et d'images radar multitudes. La carte géologique au 1/100 000 a été utilisée pour valider certaines limites. Actuellement une soixantaine d'unités ont pu être individualisées.

Il reste à caractériser chacune des unités élémentaires, à valider les résultats sur le terrain

et faire éventuellement des regroupements.

Contrairement à P. Chareyre, qui a recueilli ses données de terrain le long de transects, O. Bruneau envisage de réaliser ce travail au niveau d'unités élémentaires représentatives des strates identifiées.

■ Le dernier site présenté pour la mise au point d'une méthode de zonage est la forêt de Counami, 12 000 ha pour laquelle L. Tellier a présenté les résultats d'une analyse sur les espèces.

Une AFC a été réalisée sur 330 placettes d'inventaire et une quarantaine d'essences ont été étudiées. Par rapport au zonage simplifié (plaine, demi-orange, plateau), les résultats ne sont pas parlants et les espèces étudiées se retrouvent dans les trois types de paysage.

■ Pour compléter ce travail sur Counami, V. Freycon se consacre, de son côté, à la mise au point d'une méthode pour réaliser une stratification de la forêt et identifier des unités de paysage, avec comme objectif d'étudier le long de toposéquences les relations entre géomorphologie, sol et végétation.

■ D'autres résultats préliminaires, à partir de données dendrométriques sur Counami, présentés par J. M. Bouvet, ne montrent pas de différences significatives entre les trois grands types d'unités, notamment au niveau des surfaces terrières. Par contre, l'analyse des structures diamétriques montre une hétérogénéité importante entre les placettes d'une même unité.

Ces premières constatations confortent donc le besoin de réaliser une stratification plus fine de la forêt rendant mieux compte de son hétérogénéité à l'échelle locale.

4- Mission pour la Création du Parc de Guyane

La visite rendue à P. Gaucher, Chargé de Mission Scientifique, fait suite à la réunion qui s'est tenue à Baillarguet en octobre 1998.

Deux axes de travail avaient alors été exposés :

- mise en oeuvre d'une gestion (dans les trois ans à venir) avec un pôle sociologique et un pôle sciences naturelles (chasse, pêche, agriculture),
- étude de la biodiversité

Actuellement, les travaux en cours (collecte de données) concernent le volet chasse, avec production pour la fin de l'année d'un état sur les zones chassées et non chassées du Parc. En parallèle, une étude bibliographique conduite par l'ENGREF (N. Roggy) doit permettre la constitution d'une liste d'experts sur les domaines de recherches dont la Mission aura besoin.

Il est prévu, en particulier, un projet de caractérisation des milieux à l'échelle du million d'ha, avec utilisation de méthodes et d'outils appropriés.

Un séminaire, prévu cette année, sur la mise en oeuvre d'une gestion concertée du Parc, définira les protocoles de recherches nécessaires.

5 - IRD Laboratoire Régional de Télédétection de Cayenne

Cette visite au Laboratoire Régional de Télédétection de l'IRD de Cayenne a été motivée par notre volonté de collaborer avec les deux laboratoires de télédétection de Guyane : celui-ci et celui de l'ENGREF à Kourou.

Nous avons été reçus par Frank Timouk et Christophe Charron.

Frédéric Huynh, responsable du laboratoire, était en déplacement en métropole durant toute la durée de notre mission.

La visite s'est déroulée en trois étapes, par :

- une présentation rapide de leurs principaux projets en cours ou terminés depuis peu,
- un tour d'horizon des types d'approches et de données de télédétection utilisées dans les projets,
- une présentation de leur matériel (station de réception, vidéo numérique embarquée).

La plupart des projets du Laboratoire répondent à la demande locale qu'elle soit publique ou privée. Ils s'appuient sur un réseau de thématiciens constitué en grande partie par des chercheurs de l'IRD. Trois projets ont été présentés :

- Etude sur l'environnement dans la zone de lancement d'Ariane V : détermination de l'état 0 avant lancements (Partenaire : Centre Spatial Guyanais),
- Suivi de l'environnement de la retenue du barrage de Petit Saut : cartographie de la zone inondée aux cotes 31 m et 35 m (Partenaire : EDF),
- ECOLAB Etude des écosystèmes côtiers amazoniens : cartographie régionale par télédétection des unités de paysage du littoral sous influence du système de dispersion amazonien (Partenaires scientifiques : Musée Goeldi (Brésil), CEMA (Secrétariat d'Etat à l'Université de L'AMAPA,...).

La demande actuelle concerne principalement la bande côtière (océanographie côtière, dynamique sédimentaire, mangroves, ...) mais des applications en zone urbaines et périurbaines, ainsi qu'en forêt commencent à émerger.

Pour la conduite de ses projets, le Laboratoire travaille avec des données de télédétection de nature et de résolution très variées, comprenant du radar, de l'optique, du laser et de la vidéo. On note que malgré un fonctionnement en bureau d'études, le laboratoire se tient bien au courant des nouveaux types de données disponibles et n'hésite pas à expérimenter aussi bien l'acquisition que l'exploitation de ces données. Outre les données classiques de télédétection (photographies aériennes, NOAA AVHRR, SPOT P et XS, Landsat MSS et TM, ERS et JERS), le Laboratoire utilise par exemple :

- le spectromètre CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager) avec 15 bandes dans le visible-proche infrarouge (400-915 nm) et une résolution spatiale de l'ordre de 2 à 4 m. A la demande de l'EPAG, ce système a été utilisé pour acquérir des données en zones forestières aux environs de Saül ;
- un système embarqué, adaptable à plusieurs types de vecteurs (hélicoptère, petits avions) et utilisant un appareil vidéo numérique du commerce. La résolution spatiale dépend bien sûr de l'altitude du survol mais peut descendre en dessous du mètre. Par exemple, les données acquises sur les parcelles de Paracou en 1998 (projet SOFT - J.F. Molino) ont une résolution d'environ 40 cm. Ce système offre une grande flexibilité d'utilisation et peut être utilisé, entre autres, pour obtenir des informations plus précises sur des zones d'intérêt identifiées sur des images satellites.
- les données du système Nortech qui, associant un télémètre laser à haut débit, un appareil vidéo et un GPS différentiel, permet d'obtenir la topographie le long de transects. Ce système a été

utilisé pour acquérir des données sur les marais de Kaw. Il serait utile à l'avenir d'évaluer la capacité d'obtenir une estimation de la hauteur des arbres par ce système sur un site forestier bien connu (par exemple, Paracou).

Depuis mai 1998, le laboratoire opère une station de réception de données NOAA AVHRR. Un archivage systématique des données y est réalisé. Les images acquises par la station de réception couvrent toute la zone concernée par l'étude des écosystèmes côtiers amazoniens ainsi qu'une grande partie du continent sud-américain. L'opération de cette station sert dans la coopération avec le Brésil pour l'étude du système de dispersion amazonien dont résulte des zones d'accumulation et d'érosion le long des côtes du plateau des Guyanes.

6 - Visite du Laboratoire de Génétique et d'Ecologie Moléculaire

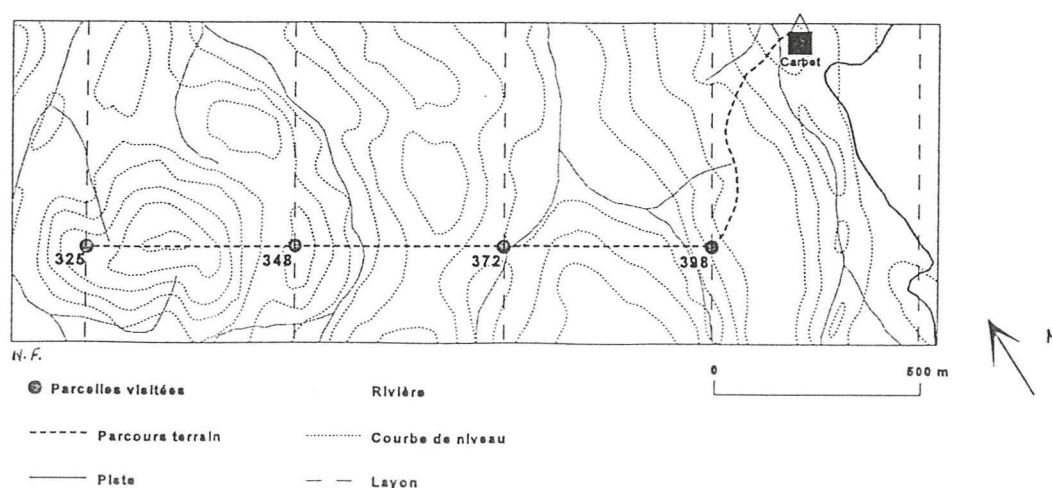
Laurent Maggia et Carole Bidal nous ont fait visiter le Laboratoire.

Bien que leurs recherches semblent très éloignées de nos préoccupations plus "télédétection", cette visite a été à la fois instructive et passionnante grâce aux explications "éclairées" de Laurent et Carole.

7- Visites de Paracou et de Counami

A Paracou, P. Pétronelli nous a guidé sur les parcelles 9, 10, 11 et 12. V. Freycon nous a également accompagné lors de cette visite. C'était pour M. Pain-Ordet un premier contact avec un milieu forestier guyanais et l'occasion de connaître enfin ce fameux dispositif de recherche !

Le lendemain, nous sommes rendus, en compagnie d'H. Dessard et de V. Freycon dans le massif de Counami. O. Ngwete nous a conduit le long du layon 7 sur les parcelles 398, 372, 348 et 325.



Cette partie de layon traverse une zone assez chahutée et les parcelles se trouvent sur plusieurs unités géomorphologiques : plateau, mi-versant, bas de versant, fond de talweg. Nous avons pu constater, tout au long de notre parcours des différences dans la

physionomie des peuplements traversés. Même au sein d'une même parcelle ses différences sont notoires.

L'examen de la photographie aérienne correspondante (mission 87 GUY 47/300 n° 20) confirme bien ces variations d'aspect de la canopée.

8 - Engref - Kourou

Nous avons été reçus par Denis Girou qui nous a passé en revue oralement les activités en cours à l'Engref en mettant l'accent sur celles utilisant la télédétection :

- le programme COPAS ; prise de photos couleur sur le site du COPAS à partir d'un hélicoptère en 1998 (par Daniel Guillemyn du LET) ; une surface d'environ 200 ha couverte au 1:15000 et 2 ha au 1:2500. Coût de la mission : environ 30 kF sur financement Silvola. L'analyse de ces photos, ainsi que des relevés au sol serviront cette année à un inventaire préalable à la mise en place du dispositif ;
- le projet Grand Equipement Européen de Recherche ;
- le projet SOFT (financement Ministère de l'Environnement) - cartographie de l'occupation humaine et écologique de la zone autour de Saül ;
- le stage de fin d'étude du diplôme d'ingénieur ENGREF- Bruno Leménager - cartographie forestière de la frontière Guyane Française/Amapa - rapport en 3 volumes ;
- la thèse de Vincent de Raynal (soutenance prévue le 3 juillet 99) où des images Landsat TM sont utilisées pour suivre la dynamique de déforestation dans la région de Maraba, état du Para au Brésil ;
- un projet en cours sur la cartographie des abattis utilisant des images radar (CSAR, ERS) initié par André Beaudoin et Christophe Proisy, est actuellement mené en collaboration avec l'Université Paris VI (Nicolas Classeau, étudiant en thèse sous la direction de Jean Paul Rudant).

La réunion a pris fin après une visite du Laboratoire de télédétection où on a pu voir les photographies aériennes et images satellite utilisées dans les projets en cours.

9 - Exposés

Animation scientifique Silvola

Organisée par Meriem Fournier, cette animation se traduit par des présentations sur divers thèmes scientifiques, et les chercheurs en mission en Guyane peuvent être sollicités pour des interventions.

Nous avons participé à cette formule par le biais de trois présentations :

- problématiques de recherche du Programme forêts naturelles et travaux programmés dans le cadre du thème : caractérisation des formations végétales et évaluation des ressources forestières.

- recherche de paramètres forestiers par télédétection radar. Etude conduite par le CIRAD-Forêt, l'ENGREF et le CESBIO.

- méthodes de stratification utilisées dans les inventaires forestiers dans le cadre de deux projets d'aménagement en République Centrafricaine. Discussions sur les documents utilisés et sur les critères retenus pour la stratification des massifs.

Exposés en interne

- Présentation des premiers travaux de V. Freycon.

Deux notes ont été rédigées :

- Forêt de Counami. Esquisse physiographique. Méthode.
- Forêt de Counami. Confrontation de l'esquisse physiographique avec les données de l'inventaire. Approches et résultats.

Le massif de Counami a été découpé en seize unités de paysage, regroupés eux-mêmes en six grands ensembles physiographiques (relief, plateaux, collines basses, piedmont, interfluve et alluvions). Le lien entre les trois unités individualisées par L. Tellier à savoir, plaine, demi-orange et trapèze, s'expriment de la façon suivante :

- plaine : alluvions
- demi-orange : relief
- trapèze : collines basses, interfluve, plateaux et piedmont

Les travaux futurs prévoient la validation de ce découpage sur le terrain, sa confrontation avec les données de l'inventaire et la mise en place de toposéquences pour caractériser les sols.

- Exposé de T. Perrot sur l'inventaire de la régénération de l'Angélique
- Exposé d'H. Dessard sur l'analyse des relations spatiales jeunes-adultes

10 - Discussions diverses

Des réunions-discussions ont été organisées, en présence de J.M. Bouvet, J. G. Bertault, L. Maggia, V. Freycon et d'H. Dessard.

Les principaux points évoqués ont tourné autour des projets financés dans le cadre du Docup 96 et du XII^{ème} CPER.

La réflexion s'est rapidement structurée sur trois échelles d'approche du milieu forestier guyanais, en notant que beaucoup d'études avaient été amorcées jusqu'à présent en télédétection et que pour chaque échelle il existait tout une gamme d'outils disponibles.

Le premier niveau, celui de la parcelle, représenté par Paracou, réunit un grand nombre

de problématiques de recherche :

- reconnaissance d'espèces,
- étude des flux de gènes (diversité nucléaire),
- analyse des sols, problèmes de drainage saisonnier,
- estimations des paramètres dendrométriques,
- estimation de la biomasse,
- ...

A l'échelle du massif, Counami représente un terrain de travail intéressant, pour lequel il existe beaucoup de données. Les travaux à entreprendre concernent à la fois la recherche d'un découpage de la forêt en unités adaptées à la mise en place d'un dispositif allégé d'inventaire et l'étude de la biodiversité (analyse des populations, filiation maternelle, ...).

Enfin, l'échelle régionale constitue le niveau où la télédétection est l'outil incontournable. Les applications, type aménagement du territoire, vont sans doute voir le jour rapidement en Guyane, notamment avec la mise en place du futur Parc.

11- Appel à proposition Docup 96 - métrologie

Après un recensement rapide des réponses (autres que la notre) en préparation pour l'appel à proposition Docup96 / métrologie et basées en grande partie sur des données de télédétection, nous sommes parvenus à la liste suivante :

- description des structures forestières (équipe D. Sabatier / JF. Molino).
- identification d'arbres par photographie aérienne (Valérie Trichon).
- caractérisation de la forêt guyanaise et reconnaissance d'espèces à différentes échelles (F.Borne / E. Nicolini / Y. Caraglio).
- stage sur la comparaison de méthodes de mesure de LAI (encadrement : S.Gourlet-Fleury/N. Picard).
- apport de la mesure radar pour la caractérisation structurale de la forêt (C. Proisy / F. Fromard).

Comme ce rapport de mission a été terminé après la date limite de remise des réponses à l'appel à proposition, il nous est possible de préciser que les trois premiers projets de la liste ainsi que celui en préparation dans le cadre du thème 2 du Programme forêts naturelles ont été associés pour présenter une proposition de recherche conjointe : 'Analyse multi-échelles du couvert forestier'.

ANNEXES

- Liste des personnes rencontrées
- Documents rapportés

PERSONNES RENCONTREES

CIRAD

Michel Trébel : Délégué du CIRAD en Guyane

CIRAD-Forêt

Programme Forêts naturelles

Jean-Marc Bouvet

Pierre Dubus

Vincent Freycon

Laurent Maggia

Pascal Pétronelli

Programme Bois

Meriem Fournier

SILVOLAB

Denis Girou : Président du GIS

ONF

Patrice Mengin-Lecreux : Directeur

Jacques Plan : Responsable de la Section Technique

Laurent Tellier : Responsable de l'inventaire de Counami

Philippe Chareyre : Contractuel

IRD

Franck Timouk : chercheur télédétection

Christophe Charron : chercheur informatique

MISSION PARC

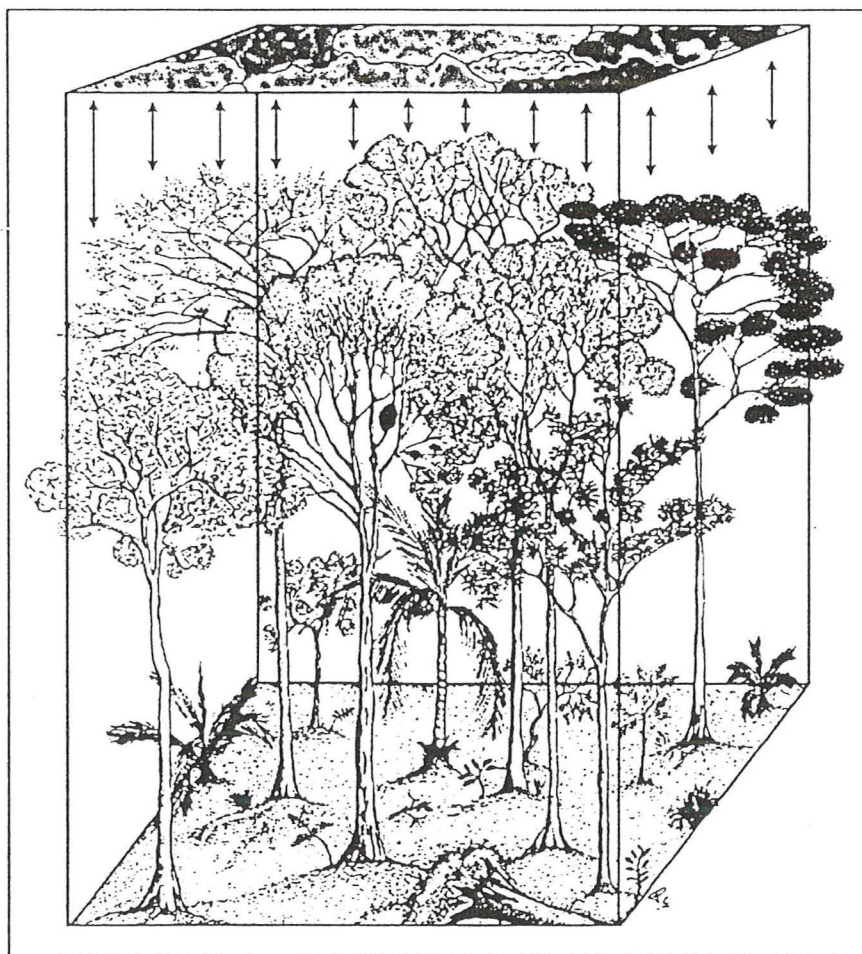
Philippe Gaucher : Chargé de mission scientifique

DOCUMENTS RAPPORTES

Rapport Final

ETUDE DE LA STRUCTURE TRIDIMENSIONNELLE DE LA CANOÏÈE

Possibilités d'Application de l'Imagerie Aérienne
à Basse Altitude
en Milieu Forestier Tropical.



(d'après LOUBRY D. 1994)

JANVIER 1998

CHAREYRE Philippe

ENGREF de KOUROU, BP 316, 97379 KOUROU Cedex (Guyane Française)

Tél : (0 594) 32 26 75

Fax : (0 594) 32 43 02

Email : chareyre.p@cirad.fr

Sommaire

Résumé

Introduction

⇒ Première partie : Synthèse des résultats préliminaires

1/ Objectifs du projet

Objectifs généraux

Objectifs méthodologiques

Objectifs thématiques

2/ Matériel, Méthode et résultats préliminaires

Moyens utilisés

Méthodes

Résultats préliminaires

- Qualité des clichés

- Mosaïque

- Recalage des photographies et reconnaissance d'émergents

3/ Conclusion

⇒ Deuxième partie : Objectifs de la mission au LET (Toulouse)

1 / Travail sur les photos de Paracou acquises au cours de la mission radeau des cimes (Opération Guyane (18 Octobre - 7 Novembre 1997))

2 / Préparation de la campagne de photos de cet été (début Juillet) :

☛ Localisation du site d'étude

☛ Matériel et Méthode

→ Le type d'hélicoptère

→ Matériel de prises de vue

☛ Support des appareils photographiques

→ Altitudes des prises de vue, Echelles

☛ Ballons Mylar

⇒ Troisième partie : Synthèse des résultats

1 / Méthodologie de prises de vue (Parcelle 11 de Paracou)

☛ Matériel et méthode

☛ Données obtenues (CD, Tirage papier (Photographies numériques, analogiques))

2 / Principaux résultats obtenus

☛ Mosaïque d'images (800 et 200 m.)

☛ Cartographie des couronnes

☛ Reconnaissance

☛ répartition de certaines espèces

Conclusion : Perspectives et Propositions pour le futur

Annexes

Résumé

L'élément fondamental pour l'interprétation des données satellitales et aéroportées se situe dans la recherche des relations entre les données acquises à distance et les paramètres structuraux ou écologiques mesurés sur le terrain. Il apparaît clairement que pour pouvoir progresser à la fois dans la description de la dynamique forestière et de l'hétérogénéité structurale et floristique des milieux forestiers tropicaux, il est indispensable d'établir une correspondance entre les signaux télédéctés et la réalité observée sur le terrain à la même échelle, c'est-à-dire à l'échelle d'une parcelle (5 à 10 ha).

L'objectif du projet est de rechercher des corrélations entre les paramètres mesurables sous le couvert végétal et la structure tridimensionnelle de la canopée perçue à travers les signaux de capteurs aéroportés à basse altitude (de 100 à 500 mètres : photographies dans le visible, le proche infrarouge...). On tentera donc, de déterminer la "signification" de l'hétérogénéité structurale et floristique de la canopée et de voir si l'on peut utiliser les caractéristiques de celle-ci, pour « définir » la forêt tropicale, en terme de structure (verticale et horizontale), de dynamique, de biodiversité, de niveau d'hétérogénéité, de fonctionnement...

La cartographie détaillée de la canopée (S.T.G.) devrait être effectuée parallèlement à tout travail de cartographie écologique et d'inventaire botanique au sol sur des sites où existent déjà des parcelles permanentes, ou sur de grandes surfaces par extrapolation de résultats localisés. L'intérêt de ce type de projet dans la gestion, le suivi et l'évaluation de l'état de la couverture forestière, est qu'il constitue une approche nouvelle du fonctionnement des écosystèmes forestiers tropicaux, basée sur l'intégration des informations de terrain sur la dynamique forestière dans le cadre d'une analyse d'images aéroportées (voire satellitales). Elle est aussi susceptible d'améliorer la gestion durable du patrimoine forestier tropical, tant par une meilleure description de la forêt et de son fonctionnement, que par le gain d'efficacité liée à une approche indirecte.

Introduction

*A*près la venue du radeau des cimes ("Opération Guyane 1996") - mission au cours de laquelle un certain nombre de recherches ayant trait à l'étude de la canopée ont été menées - et les recherches déjà accomplies par LAUMONIER Y. & al. 1992 ("Opération Canopée Cameroun 1991"), il nous a paru nécessaire d'effectuer un premier bilan sur les travaux réalisés par le Laboratoire d'Ecologie Terrestre de Toulouse, tant d'un point de vue méthodologique que des possibilités d'utilisation des résultats obtenus sur la parcelle 16 de Paracou (Mosaïque d'images numériques, cartographie des couronnes, reconnaissance d'espèces caractéristiques...).

- La première partie de ce rapport aura donc pour objectif de faire une synthèse, pour le moins "critique", de l'utilisation du radeau des cimes comme outil pour la réalisation de prises de vue à grande échelle...

- Une deuxième partie sera destinée à mettre en évidence les objectifs méthodologiques et techniques résultants de l'analyse des problèmes énumérés au cours de la première partie, en vue de la préparation d'une nouvelle campagne de prises de vue cette fois-ci héliportées. On traitera alors de la méthodologie de prises de vue proprement dite qui sera appliquée sur une des parcelles témoins du dispositif de Paracou (Etude de faisabilité). Seront ainsi abordés, les problèmes de localisation au sol des parcelles d'étude (Utilisation de ballons Mylar), les caractéristiques photogrammétriques (avec deux échelles de prises de vue (1/2 000 & 1/4 000), deux appareils photographiques (Numérique Panchromatique et Analogique Couleur)), et tous les aspects techniques inhérents au pilotage de l'hélicoptère (Vitesse par rapport au sol, maintien de l'altitude...).

- Enfin, une troisième partie devra nous permettre de synthétiser l'ensemble de ces résultats, de les analyser et de les interpréter afin de proposer d'une part des améliorations quant à la méthode employée, et d'autre part afin d'obtenir les premiers résultats en rapport avec le projet de thèse proposé (Topographie de la canopée, Cartographie des couronnes, Identification d'"espèces", Corrélation diamètre des couronnes/dbh...).



D E S S
"ESPACE RURAL ET ENVIRONNEMENT"
CENTRE DES SCIENCES DE LA TERRE
Université de Bourgogne
6 boulevard Dulong - 21 000 DIJON (France)
Tél. : 33 (0) 3 80 21 41 41 Fax : 33 (0) 3 80 21 41 47



ECOLE NATIONALE DU GENIE RURAL, DES EAUX ET DES FORETS
ENGREF

UNIVERSITE DE BOURGOGNE

rapport de stage

Segmentation de l'espace forestier :

Description géomorphologique d'une région naturelle de GUYANE

ROULLIER Clotilde
Kourou - Septembre 1997

Silvolab - GUYANE —
Groupement d'Intérêt Scientifique

Segmentation de l'espace forestier :

Description géomorphologique d'une région naturelle

maître de stage : Dominique PAGET, thèse financée par l'ONF et Silvolab.

tuteur : François TAINURIER, laboratoire de cartographie de l'Université de Bourgogne

Segmentation de l'espace forestier :

Description géomorphologique d'une région naturelle

1ère partie :

- Rapport de stage et méthodologie -
sommaire page 8

2ème partie :

- Carte géomorphologique du synclinorium de
l'Orapu, sur Iracoubo et Sinnamary -

Légende détaillée

page 53

3ème partie :

ANNEXES

page 68

AVANT-PROPOS

Ce rapport se compose d'une carte et de son mémoire.

Un mémoire parce que vous y trouverez, pour traduire des concepts méthodologiques : un état des lieux sur un sujet donné, notre façon de traiter la question posée, puis sa présentation et son évaluation.

Une carte issue de ces travaux, achevée, et utilisable telle quelle ; c'est à dire une carte géomorphologique du synclinorium de l'Orapu, sur Iracoubo et Sinnamary, accompagnée de sa légende détaillée. Elle recouvre environ le tiers central du synclinorium du Nord de la Guyane.

L'originalité de ce stage provient de son contexte. Il répond à un souci de gestion de l'environnement forestier.

L'ONF, en finançant la thèse de Dominique PAGET, manifeste une volonté de mieux comprendre le territoire dont il assure la gestion, et en particulier le tiers nord de la Guyane, pour une exploitation plus adaptée. Les difficultés auxquelles il se trouve confronté dans ses tâches sont dues au contexte géographique de la Guyane. La méconnaissance que l'on a encore du milieu physique augmente dès que l'on s'éloigne un tant soit peu de la côte, et des pôles d'activités humaines. Les méthodes recherchées doivent s'adapter à ces contraintes.

Le choix de ce stage était pour ma part motivé par deux aspects essentiels : étant cartographe, il était important de trouver un stage ayant la cartographie comme support d'étude ; réalisant ce stage dans le cursus du DESS Espace Rural et Environnement, son application devait aboutir impérativement à la résolution de problèmes liés à l'utilisation d'espaces naturels. La thèse de Dominique PAGET, pour une Etude de faisabilité des typologies forestières en Guyane répond parfaitement à ces considérations, et le travail qu'il m'a proposé était une opportunité à saisir.

C'est ainsi que je suis arrivée en Guyane.

- RAPPORT DE STAGE ET METHODOLOGIE -

SOMMAIRE

1. CONTEXTE DU STAGE, ENJEU DU SUJET	10
2. DEFINITION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	12
2.1 Description physique et écologique de la Guyane	12
2.1.1 Les variations climatiques	12
2.1.2 Le bouclier guyanais	12
2.1.3 La forêt tropicale humide	14
2.2 La zone d'étude	15
2.2.1 Délimitation géographique	15
2.2.2 Caractères géologiques	16
2.3 Pédologie	19
2.3.1 Les sols ferralitiques	19
2.3.2 Les sols sableux podzoliques	20
3. DES INFORMATIONS DISPONIBLES ET DE LEUR ECHELLE	22
3.1 Contraintes d'échelle	22
3.2 Informations géographiques disponibles	23
3.2.1 Spécificités des images satellites (1/100 000e)	23
3.2.2 Documents à l'échelle des "entités topographiques" : 1/50 000e	25
3.3 La réalisation de traitements sur la visualisation du signal	26
3.3.1 ERS-1, G5-3 : problématique du traitement de la texture	26
3.3.2 Landsat TM 88	27
3.3.3 SPOT	28
3.3.4 Conclusion	29
4. METHODOLOGIE	30
4.1 Cartographie et géomorphologie	30
4.2 Texture et structure	31
4.3 Adéquation de l'information structurale	32
4.4 Démarche pour une analyse visuelle	33

5. APPLICATION TECHNIQUE	35
5.1 Segmentation de l'espace	35
5.1.1 Enjeu de la segmentation	35
5.1.2 Documents utilisés	35
5.1.3 Perception du relief à partir des images satellites :	36
5.1.4 Un document de référence : la carte géologique	36
5.1.5 Résultat	37
5.2 Recherche des paramètres descripteurs, caractérisation des types	37
5.2.1 Enjeu	38
5.2.2 Documents utilisés	38
5.2.3 Invariants définis	39
5.2.4 Résultats	40
5.3 Amélioration de la partition : deuxième segmentation	40
5.3.1 Enjeu	40
5.3.2 Documents utilisés	41
5.3.3 Résultats	41
5.4 Vérité terrain	41
6. COMMENTAIRES SUR LA REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES TYPES	43
6.1 Hiérarchisation des classes	43
6.2 Une répartition spatiale des types ?	44

Description géomorphologique d'une région naturelle de Guyane

Une région de la Guyane sur laquelle le milieu naturel observe une certaine homogénéité est étudiée. Il s'agit ici de réaliser la cartographie de la géomorphologie de la zone considérée et d'en donner les caractéristiques sous la forme d'une typologie. L'étude se situant sous le couvert de la forêt tropicale humide, avec les particularités qu'elle implique, une méthode de cartographie a été mise au point, appropriée au contexte de la forêt guyanaise. Cette méthodologie est une recherche des informations géographiques adaptées, d'un mode de traitement visuel, basé sur la texture, et d'une représentation des résultats trouvés. Elle est reproductible.

mots clé : géomorphologie, cartographie, méthodologie, radar, forêt tropicale humide, Guyane.

MÉTHODOLOGIE ET PREMIERS RÉSULTATS DE LA CARTOGRAPHIE DES PAYSAGES NATURELS DE GUYANE ET D'AMAPA.



DOCUMENT TECHNIQUE DU PROJET

VOLUME 1



Projet de coopération
Amapá-Guyane pour
la cartographie de
la forêt tropicale
humide
Phase 1 Avril-Octobre 1997

Bruno LEMÉNAGER (ingénieur élève de l'ENGREF promotion 95-97)
Stage de deuxième année.

Silvolab - GUYANE
Groupement d'Intérêt Scientifique
pour la Recherche Forestière en Guyane

SOMMAIRE

Liste des illustrations et tableaux

- Illustrations	11
- Planches	12
- Tableaux	13

1. PRESENTATION DU PROJET

1.1. - Contextes du projet	15
1.1.1. - Contexte de coopération	
1.2.1. - Problématique scientifique	
1.2. - Les partenaires	16
1.2.1. - L'IEPA	
1.2.1.1. - Petit historique et présentation	
1.2.1.2. - Structure actuelle de l'IEPA	
1.2.2. - L'Engref Kourou	18
1.3. - Le projet de cartographie	19
1.3.1. - Choix de l'outil	
1.3.2. - Présentation des concepts de travail	20
1.3.2.1. - Les bases méthodologiques	
- L'approche guyanaise	
- En Amapá	
1.3.2.2. - La méthode élaborée	24
- Vocabulaire	
- Cadre théorique	
- Présentation de la méthode	
- Les limites de la méthode	
1.3.3. - Le déroulement du projet	30
1.3.3.1. - Ordre de priorité et objectif de la première phase	
1.3.3.2. - Le déroulement de la phase I du projet	
1.4. - Les résultats	33

2. SEGMENTER ET CLASSIFIER

LES IMAGES

2.1. - Propositions méthodologiques	36
2.2. - Segmenter et classifier une image	37
2.2.1. - Premières segmentations	
2.2.2. - Les descripteurs	40
2.2.2.1. - Texture/couleur et forme	
2.2.2.2. - Le problème de l'éclaircissement	
2.2.2.3. - Remarque sur les mécanismes mentaux limitant les décisions de segmentation et de classification.	
2.2.3. - Limites des descripteurs : l'instabilité	41
2.2.3.1. - Mise en évidence de l'instabilité	
2.2.3.2. - Les causes de cette instabilité : Homogénéité, hétérogénéité d'un critère	
2.2.4. - Des possibilités d'accroître cette stabilité	42
2.2.4.1. - La diachronie	
2.2.4.2. - Une segmentation répétée	
2.2.4.3. - Les "patrons" illustrés pour chaque unité.	
2.2.4.4. - La réduction des discontinuités de bord	
2.2.4.5. - Le problème de la nébulosité	
2.3. - La classification inter-images	46
2.3.1. - Aspects matériels	
2.3.2. - L'intégration des deux premières classifications (images 227/058 et 227/059).	
2.3.2.1. - La légende guyanaise	47
2.3.2.2. - La légende brésilienne	49
2.3.2.3. - L'intégration, l'extension et les limites	
2.3.3. - Conclusion	
2.3.4. - Bibliographie	

3. ELABORATION DE LA GRILLE D'INTERPRETATION

3.1. - Bases méthodologiques' 59

3.1.1. - *Pourquoi et comment
interpréter ?*

3.1.2. - *L'ancienne grille
d'interprétation* 60

3.2. -Essai d'élaboration d'une nouvelle grille d'interprétation. 61

3.2.1. - *Le concept de signature*

3.2.2. - *Une tentative d'interprétation
théorique* 63

3.2.2.1. - *Les facteurs de variation du
signal*

3.2.2.2. - *Illustration de la difficulté
d'interprétation*

3.2.3. - *La nécessité d'analyser une
information synthétique...* 65

3.2.4. - *La couleur est-elle un critère
quantitativement facilement
manipulable ?* 66

3.2.4.1. - *Choix de la zone d'étude*

3.2.4.2.- *Présentation des échantillons*

3.2.4.3. - *Commentaire des résultats*

3.2.5. - *Conclusion méthodologique* 73

3.3. - Travail d'interprétation pratique

3.3.1. - *Une première solution : Le
Recoupement entre des
connaissances de terrain et la
réponse Landsat* 73

3.3.1.1. - *Quelques conclusions tirées de
l'étude du littoral*

3.3.1.2. - *Eléments tirés de deux missions
de l'ORSTOM.*

3.3.2. - *Un seconde solution :
Le survol* 77
P01, P02, P03, P03', P04

3.3.3. - *Conclusion* 89

3.3.3.1. - *L'objet cartographié : le paysage*

3.3.3.2. - *Autres sources à utiliser*

3.3.3.3. - *L'échelle d'interprétation*

4. CONCLUSION : QUELLES SUITES DONNER AU PROJET?

4.1. - Une coopération fructueuse 93

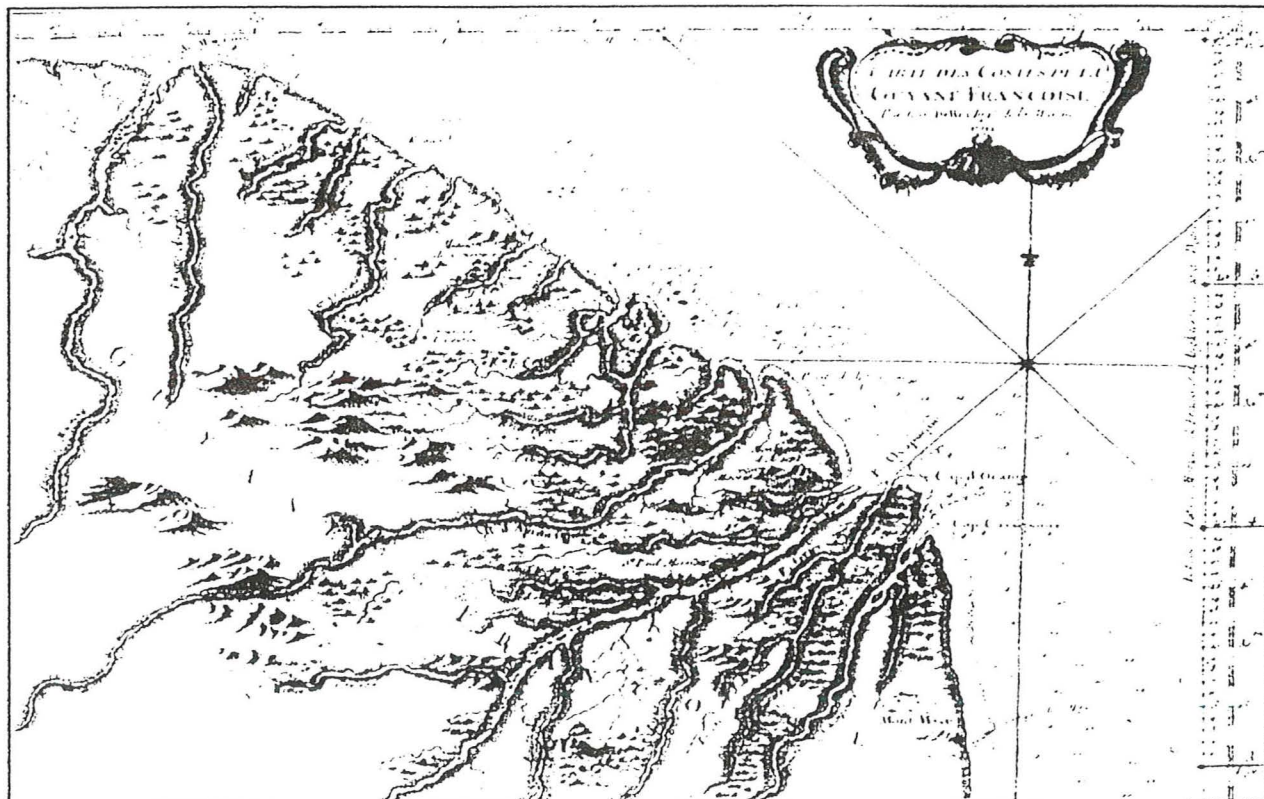
4.2. - Quelles suites donner à cette première phase du projet?

4.2.1. - *Déroutement d'une
deuxième phase* 94

4.2.2. - *Les suites à moyen terme : création
de parc et développement.* 96

Bibliographie 99

LIVRET EXPLICATIF DES CARTES DES PAYSAGES NATURELS DE GUYANE ET D'AMAPA.



DOCUMENT TECHNIQUE DU PROJET

VOLUME 2



Projet de coopération
Amapà-Guyane pour
la cartographie de
la forêt tropicale
humide

Phase 1 Avril-Octobre 1997

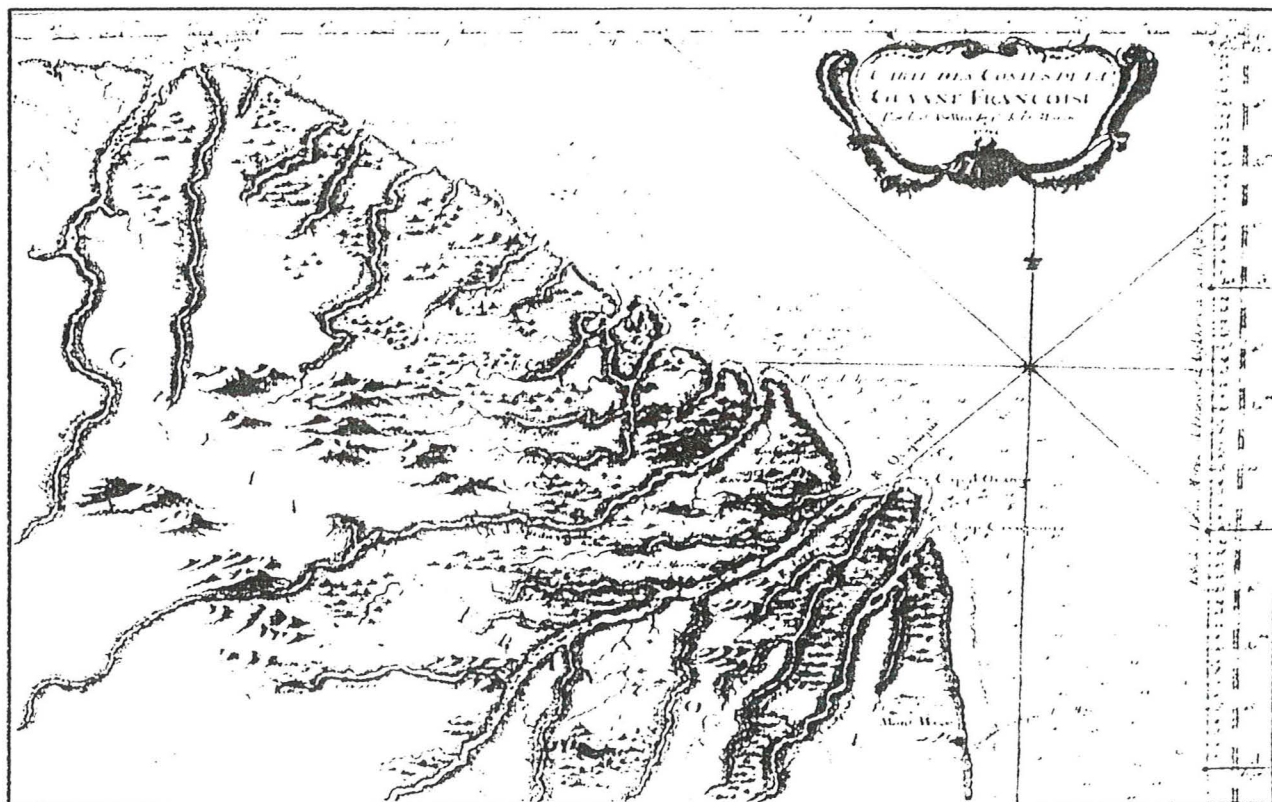
Bruno LEMÉNAGER (ingénieur élève de l'ENGREF promotion 95-97)
Stage de deuxième année.

Silvolab - GUYANE
Groupement d'Intérêt Scientifique
pour la Recherche Forestière en Guyane

TABLE DES MATIERES

Avertissement	5
1. Présentation des Cartes	6
1.1. Structure de la légende	
1.2. Présentation des unités	7
2. Edition de la carte	9
2.1. Du calque à la carte	
2.2. Commentaire sur les cartes	12
Grille de présentation	18
Schéma de structure	22
Catalogue des unités	25
Famille A	27
Famille B	51
Famille C	53
Famille D	61
Catalogue synthétique, brésilien	71

ANNEXES ET CARTES DES PAYSAGES NATURELS DE GUYANE ET D'AMAPA.



DOCUMENT TECHNIQUE DU PROJET

VOLUME 3



Projet de coopération
Amapá-Guyane pour
la cartographie de
la forêt tropicale
humide

Phase 1 Avril-Octobre 1997

Bruno LEMÉNAGER (ingénieur élève de l'ENGREF promotion 95-97)
Stage de deuxième année.

Silvolab - GUYANE
Groupement d'Intérêt Scientifique
pour la Recherche Forestière en Guyane

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE01	Liste des sigles utilisés dans le rapport
ANNEXE 02	Liste des sources d'information ayant servi à l'élaboration, la vérification des cartes.
ANNEXE03	Communication sur le parc du Sud (St Etienne) et carte des paysages.
ANNEXE04	Présentation de l'Etat d'Amapá
ANNEXE05	La carte de phytogéographie du projet Radam, avantages limites.
ANNEXE06	Cartes géologiques et géomorphologiques, Géomorphologie de Choubert (source Atlas de la Guyane), structure de la Guyane (BRGM).
ANNEXE07	Le satellite Landsat 5 et Thematic Mapper
ANNEXE08	La non segmentabilité partielle de l'image Landsat.
ANNEXE09	L'effet ombre à petite échelle.
ANNEXE 10	La différence entre l'éclairement par réflexion et diffusion
ANNEXE 11	Illustration de la complexité d'analyse d'une composition Landsat TM 543.
ANNEXE 12	Lettres d'évaluation du responsable scientifique Brésilien.
ANNEXE 13	Liste des participants au projet

LISTE DES CARTES

1.	Cartes brésiliennes	
	Feuille du Jari	
	Feuille de l'Araguary	
2.	Cartes guyanaises	
	Image du Nord	carte des familles carte des sous-familles carte des unités
	Image du Sud	carte des familles carte des sous familles

